

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0047685

(43) 공개일자 2023년04월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01D 21/02 (2006.01) *G01K 7/16* (2006.01)*G01L 1/20* (2006.01) *H01B 1/24* (2006.01)*H01B 13/00* (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01D 21/02 (2013.01)*G01K 7/16* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0130811

(22) 출원일자 2021년10월01일

심사청구일자 2021년10월01일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

하정숙

서울특별시 강남구 언주로30길 21, A동 3102호(도곡동, 아카데미스위트)

장권능

서울특별시 성북구 고려대로27길 56, 107호

(74) 대리인

백두진, 김정연, 권성현, 유광철, 강일신

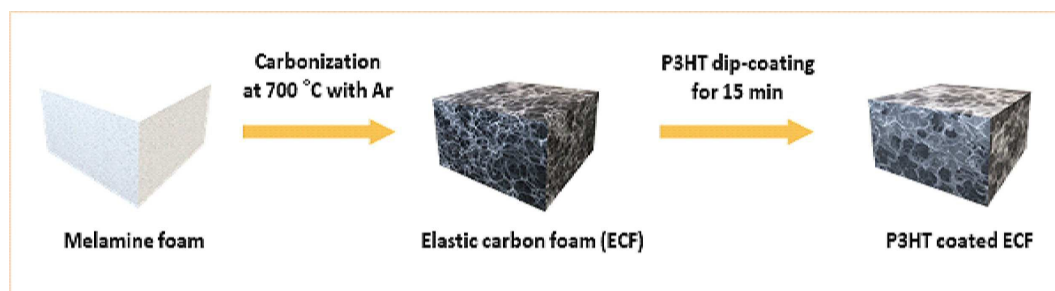
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 탄성 탄소폼을 포함하는 센서 및 이를 포함하는 웨어러블 디바이스

(57) 요약

본 발명은 탄성 탄소폼을 포함하는 센서 및 이를 포함하는 웨어러블 디바이스 에 관한 것이다.

본 발명의 웨어러블 디바이스에 포함된 압력센서 및 온도센서는 공통적으로 P3HT가 적용된 탄소화된 멜라민 폼을 포함하여, 피부에 부착 가능하면서, 센서민감도가 뛰어나고, 응답속도가 우수하여, 사이클 반복에 따른 센서의 성능이 안정적이고, 전력 소모 또한 우수하다.

대표도 - 도1

(52) CPC특허분류

G01L 1/205 (2013.01)

H01B 1/24 (2013.01)

H01B 13/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711140952
과제번호	2019R1A2B5B03069545
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	Power dressing을 위한 슈퍼커패시터가 내장된 3차원 스트레처블 소자 공정 기술
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

전기적으로 연결된 압력센서 및 온도센서를 포함하는 웨어러블 디바이스로서,
 상기 압력센서는
 제1 기관;
 제1 기관 상에 설치된 다중선형 전극;
 다중선형 전극 상에 위치하는 유전체 층; 및
 유전체 층 상에 위치하는 제1 탄성 탄소폼을 포함하고,
 상기 온도센서는
 제2 기관;
 제3 기관;
 제2 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제1 전도성 접착층;
 제3 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제2 전도성 접착층; 및
 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 위치하는 제2 탄성 탄소폼을 포함하는 것인,
 웨어러블 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 기관은 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌 나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 다중선형 전극은 Cr, Au, Ti, Al, Ni, Pd, Pt, Ag 또는 이들의 조합에서 선택된 어느 하나의 금속으로 이루어진 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 유전체 층은 Al_2O_3 , SiO_2 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 , 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴

리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 시톱(Cytop), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 제2 기관 및 제3 기관은 각각 폴리파라자일릴렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아

미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌

나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 제1 전도성 접착층 및 제2 전도성 접착층은 은 페이스트인 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼은 탄소화된 멜라민 폼의 표면에 P3HT가 적용된 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 8

제7항에 있어서, 탄소화된 멜라민 폼은 600 내지 1000℃에서 1 내지 3 시간 동안 탄소화된 것인, 웨어러블 디바이스.

청구항 9

- (a) 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 제조하는 단계,
 - (b) 압력센서를 제조하는 단계,
 - (c) 온도센서를 제조하는 단계, 및
 - (d) 제조된 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하는 단계를 포함하고,
- 단계 (a)는
- (a-1) 멜라민 폼을 제공하는 단계;
 - (a-2) 멜라민 폼을 600 내지 1000 ℃에서 1 내지 3시간 동안 탄소화하는 단계; 및

(a-3) 탄소화된 멜라민 폼 표면에 P3HT를 적용하여 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 완성하는 단계;를 포함하고,

단계 (b)는

(b-1) 제1 기판을 제공하는 단계;

(b-2) 제1 기판 상에 다중선형 전극을 형성하는 단계;

(b-3) 다중선형 전극 상에 유전체 층을 위치시키는 단계; 및

(b-4) 유전체 층 상에 제1 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하고,

단계 (c)는

(c-1) 제2 기판 및 제3 기판을 제공하는 단계;

(c-2) 제2 기판의 일면 중 일부 또는 전부에 제1 전도성 접착층을 형성시키는 단계;

(c-3) 제3 기판의 일면 중 일부 또는 전부에 제2 전도성 접착층을 형성시키는 단계; 및

(c-4) 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 제2 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 제1 기판은 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아

미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌

나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate),

셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 다중선형 전극은 Cr, Au, Ti, Al, Ni, Pd, Pt, Ag 또는 이들의 조합에서 선택된 어느 하나의 금속으로 이루어진 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 유전체 층은 Al_2O_3 , SiO_2 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 , 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 시토피(Cytop), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 13

제9항에 있어서, 제2 기관 및 제3 기관은 폴리파라자일릴렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리아미드(polyimide, PI), 폴리아

미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌

나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴 레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate),

셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO₂, Al₂O₃, HfO₂, ZrO₂, Y₂O₃ 및 Ta₂O₅ 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 제1 전도성 접촉층 및 제2 전도성 접촉층은 은 페이스트인 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법.

청구항 15

제9항 내지 제14항 중 어느 한 항의 방법으로 제조한, 웨어러블 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄성 탄소폼을 포함하는 센서 및 이를 포함하는 웨어러블 디바이스 에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 들어, 피부에 부착 가능하면서 실시간으로 생체 신호를 감지할 수 있는 헬스 모니터링 시스템 및 전자 피부 개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 다양한 생체 신호 측정을 위해 온도, 압력, 스트레인 등의 다양한 외부 환경 변화를 감지할 수 있어야 한다. 특히, 동시에 여러 파라미터를 감지할 수 있는 다기능 센서에 대한 보고가 활발하다. 단일 물질을 이용한 다기능 센서는 헬스 모니터링 시스템에서 무게, 가격, 집적도 면에서 큰 장점을 가지고 있을 뿐 아니라 여러 외부 환경변화를 동시에 감지할 수 있어서 매우 효율적이다.

[0004] 멜라민 폼은 저렴한 상용 제품으로서 센서에 적용시 제작 비용을 절감할 수 있다는 이점이 있다. 멜라민 폼은 탄소화 공정(carbonization)의 구체적인 조건에 따라 그 구조가 매우 상이하다는 특성을 갖는다. 공정 조건에 따라 형성되는 폼 형태의 다공성 구조는 센서에 적용시 사이클 안정성이 뛰어나고 초 경량의 구조로 변형성이 뛰어나고 변형에 대한 복원성도 우수하다. 편, (폴리(3-헥실티오펜-2,5-디일))은 열전 특성이 뛰어난 전도성 고 분자이다.

[0005] 선행문헌 등록특허공보 KR10-1753384B1에서는 탄소 기반의 나노 전자재료 물질을 센서층으로 샌드위치 구조의 센서를 제작하였으며, 등록특허공보 KR10-2236193B1에서는 자외선으로 만든 3차원 마이크로 구조를 포함하는 계 층 구조의 포토레지스트 폴리머 구조체를 탄소 구조체로 변화하는 것을 개시하고 있으나, 피부에 부착 가능하면서, 민감도, 응답속도, 사이클 안정성, 전력 소모 등에 있어서 충분치는 않았다는 한계가 존재한다.

[0006] 이에 본 발명의 발명자들은 상기와 같은 한계점을 극복하기 위하여 P3HT가 적용된 탄성 탄소폼을 이용한 고성능 의 센서 및 이를 포함하는 웨어러블 디바이스를 개발하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) KR10-1753384B1
(특허문헌 0002) KR10-2236193B1

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한
- [0009] 본 발명의 일 실시예는
- [0010] 전기적으로 연결된 압력센서 및 온도센서를 포함하는 웨어러블 디바이스로서,
- [0011] 상기 압력센서는
- [0012] 제1 기관;
- [0013] 제1 기관 상에 설치된 다중선형 전극;
- [0014] 다중선형 전극 상에 위치하는 유전체 층; 및
- [0015] 유전체 층 상에 위치하는 제1 탄성 탄소품을 포함하고,
- [0016] 상기 온도센서는
- [0017] 제2 기관;
- [0018] 제3 기관;
- [0019] 제2 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제1 전도성 접촉층;
- [0020] 제3 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제2 전도성 접촉층; 및
- [0021] 제1 전도성 접촉층과 제2 전도성 접촉층 사이에 위치하는 제2 탄성 탄소품을 포함하는 것인,
- [0022] 웨어러블 디바이스이다.
- [0023] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한
- [0024] 본 발명의 다른 실시예는
- [0025] (a) 제1 탄성 탄소품 및 제2 탄성 탄소품을 제조하는 단계,
- [0026] (b) 압력센서를 제조하는 단계,
- [0027] (c) 온도센서를 제조하는 단계, 및
- [0028] (d) 제조된 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하는 단계를 포함하고,
- [0029] 단계 (a)는
- [0030] (a-1) 멜라민 폼을 제공하는 단계;
- [0031] (a-2) 멜라민 폼을 600 내지 1000 °C에서 1 내지 3시간 동안 탄소화하는 단계; 및
- [0032] (a-3) 탄소화된 멜라민 폼 표면에 P3HT를 적용하여 제1 탄성 탄소품 및 제2 탄성 탄소품을 완성하는 단계;를 포함하고,
- [0033] 단계 (b)는
- [0034] (b-1) 제1 기관을 제공하는 단계;
- [0035] (b-2) 제1 기관 상에 다중선형 전극을 형성하는 단계;

- [0036] (b-3) 다중선형 전극 상에 유전체 층을 위치시키는 단계; 및
- [0037] (b-4) 유전체 층 상에 제1 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하고
- [0038] 단계 (c)는
- [0039] (c-1) 제2 기관 및 제3 기관을 제공하는 단계;
- [0040] (c-2) 제2 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 제1 전도성 접착층을 형성시키는 단계;
- [0041] (c-3) 제3 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 제2 전도성 접착층을 형성시키는 단계; 및
- [0042] (c-4) 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 제2 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법이다.
- [0043] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한
- [0044] 본 발명의 또 다른 실시예는
- [0045] 상기 제조방법으로 제조한 웨어러블 디바이스이다.

과제의 해결 수단

- [0047] 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 디바이스는
- [0048] 전기적으로 연결된 압력센서 및 온도센서를 포함하는 웨어러블 디바이스로서,
- [0049] 상기 압력센서는
- [0050] 제1 기관;
- [0051] 제1 기관 상에 설치된 다중선형 전극;
- [0052] 다중선형 전극 상에 위치하는 유전체 층; 및
- [0053] 유전체 층 상에 위치하는 제1 탄성 탄소폼을 포함하고,
- [0054] 상기 온도센서는
- [0055] 제2 기관;
- [0056] 제3 기관;
- [0057] 제2 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제1 전도성 접착층;
- [0058] 제3 기관의 일면 중 일부 또는 전부에 위치하는 제2 전도성 접착층; 및
- [0059] 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 위치하는 제2 탄성 탄소폼을 포함하는 것인,
- [0060] 웨어러블 디바이스이다.
- [0061] 이하, 상기 웨어러블 디바이스에 대해 하기에 상세히 설명한다.
- [0062] 본 발명의 웨어러블 디바이스는 전기적으로 연결된 압력센서 및 온도센서를 포함한다. 웨어러블 디바이스에 전기적으로 연결된 압력센서는 압력이 가해지면, 제1 탄성 탄소폼의 위, 아래의 전류량이 변화하게 되어 압력 변화를 확인할 수 있다. 웨어러블 디바이스에 전기적으로 연결된 온도센서는 제2 탄성 탄소폼의 위, 아래의 온도 구배가 발생하면 제백효과(Seebeck effect)에 의한 기전력 발생으로 전압이 발생하며, 이를 측정하여 온도 변화를 확인할 수 있다.
- [0063] 상기 압력센서는 최상단에 위치하는 제1 탄성 탄소폼에 가해지는 압력의 변화에 따라 발생하는 전류량 차이로 인해 압력 변화의 측정이 가능하다. (도 2 좌측 참조)
- [0064] 상기 압력센서의 제1 기관은 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아

- [0065] 미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌
- [0066] 나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate),
- [0067] 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 바람직한 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제1 기판은 폴리에틸렌 테레프탈레이트이다.
- [0068] 상기 압력센서의 제1 기판 상에 설치된 다중선형 전극(각지형 전극, interdigitated electrode, IDE)은 Cr, Au, Ti, Al, Ni, Pd, Pt, Ag 또는 이들의 조합에서 선택된 어느 하나의 금속으로 이루어진 것일 수 있다. 바람직한 일 실시예에서, 상기 다중선형 전극은 Cr/Au 전극인 것일 수 있다.
- [0069] 상기 압력센서의 다중선형 전극 상에 위치하는 유전체 층은 Al_2O_3 , SiO_2 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 , 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 시토프(Cytop), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드
- [0070] (polyimide, PI), 폴리아미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것이나, 이제 제한되지는 않는다. 바람직한 일 실시예에서, 상기 유전체 층은 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)이다.
- [0071] 상기 온도센서는 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 위치하는 제2 탄성 탄소폼이 샌드위치 형태로 존재하며, 온도 변화가 발생할 경우 제2 탄성 탄소폼의 제백 효과에 의해 발생하는 기전력으로 인해 온도 변화의 측정이 가능하다. (도 2 우측 참조). 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 위치하는 제2 탄성 탄소폼은 바람직하게는 제2 탄성 탄소폼과 제1 전도성 접착층이 접착된 상태임과 동시에 제2 탄성 탄소폼과 제2 전도성 접착층이 접착된 상태일 수 있다.
- [0072] 상기 온도센서의 제2 기판 및 제3 기판은 각각 폴리파라자일틸렌(poly(p-xylylene)), 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리스티렌(Polystyrene, PS), 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methylmethacrylate, PMMA), 폴리비닐피롤리돈(poly(vinyl pyrrolidone), PVP), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리아
- [0073] 미드(polyamide), 폴리우레아, 폴리우레탄, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌
- [0074] 나프탈레이트, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리에테르술폰(polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(polyacrylate), 폴리에테르 이미드(polyetherimide), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 셀룰로오스 트리 아세테이트(cellulose triacetate),
- [0075] 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(celluloseacetate propinoate), SiO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 및 Ta_2O_5 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것이나, 이에 제한되지는 않는다, 바람직한 일 실시예에서 상기 제2 기판 및 제3 기판은 각각 인듐 주석 산화물이 코팅된 폴리에틸렌테레프탈레이트이다.
- [0076] 상기 온도센서의 제1 전도성 접착층 및 제2 전도성 접착층은 은 페이스트인 것이 바람직하나, 이에 제한되지 않고 온도센서에 적절한 접착층을 이루는 물질을 이 분야 통상의 기술자가 선택할 수 있다.
- [0077] 상기 압력센서에 포함되는 제1 탄성 탄소폼 및 상기 온도센서에 포함되는 제2 탄성 탄소폼은 탄소화된 멜라민 폼의 표면에 P3HT가 적용된 것이다. 제한되지 않는 일 실시예에서, 상기 제1 탄성 탄소폼 및 상기 제2 탄성 탄소폼은 동일한 제조 공정으로 만들어진 것이다. 제한되지 않는 바람직한 일 예시에서, 상기 제1 탄성 탄소폼은 P3HT가 적용된 탄소화된 제1 멜라민 폼이고, 상기 제2 탄성 탄소폼은 P3HT가 적용된 탄소화된 제2 멜라민 폼이다.
- [0078] 상기 탄성 탄소폼은 탄소화된 멜라민 폼의 물리적인 다공성 구조로 인해 센서에 적용시 사이클 안정성, 폼 형태

특유의 경량성에 의한 구조 변형성이 뛰어나며, 센서의 민감도도 뛰어나다. 상기 탄소화된 멜라민 폼에 적용된 P3HT(폴리(3-헥실티오펜-2,5-디일))는 열전 특성이 뛰어나 탄소화된 멜라민 폼이 센서에 적용될 수 있도록 탄소화된 멜라민 폼의 표면에 적용된다. 상기 P3HT는 이 분야 통상의 기술자가 통상적으로 사용되는 바람직한 적용 방식으로 탄소화된 멜라민 폼의 표면에 적용될 수 있으며, 바람직한 일 실시예는 딥 코팅 방식으로 적용될 수 있다.

- [0079] 상기 탄소화된 멜라민 폼은 통상의 멜라민 폼을 600 내지 1000℃에서 탄소화한 것이며, 바람직하게는 700℃에서 탄소화한다. 이때, 공정조건은 1 내지 3시간 온도를 유지하며, 바람직하게는 2시간 동안 상기 온도를 유지한다.
- [0080] 본 발명에서는 또한
- [0081] (a) 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 제조하는 단계,
- [0082] (b) 압력센서를 제조하는 단계,
- [0083] (c) 온도센서를 제조하는 단계, 및
- [0084] (d) 제조된 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하는 단계를 포함하고,
- [0085] 단계 (a)는
- [0086] (a-1) 멜라민 폼을 제공하는 단계;
- [0087] (a-2) 멜라민 폼을 600 내지 1000 ℃에서 1 내지 3시간 동안 탄소화하는 단계; 및
- [0088] (a-3) 탄소화된 멜라민 폼 표면에 P3HT를 적용하여 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 완성하는 단계;를 포함하고,
- [0089] 단계 (b)는
- [0090] (b-1) 제1 기판을 제공하는 단계;
- [0091] (b-2) 제1 기판 상에 다중선형 전극을 형성하는 단계;
- [0092] (b-3) 다중선형 전극 상에 유전체 층을 위치시키는 단계; 및
- [0093] (b-4) 유전체 층 상에 제1 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하고
- [0094] 단계 (c)는
- [0095] (c-1) 제2 기판 및 제3 기판을 제공하는 단계;
- [0096] (c-2) 제2 기판의 일면 중 일부 또는 전부에 제1 전도성 접착층을 형성시키는 단계;
- [0097] (c-3) 제3 기판의 일면 중 일부 또는 전부에 제2 전도성 접착층을 형성시키는 단계; 및
- [0098] (c-4) 제1 전도성 접착층과 제2 전도성 접착층 사이에 제2 탄성 탄소폼을 위치시키는 단계;를 포함하는 것인, 웨어러블 디바이스의 제조 방법을 제공한다.
- [0099] 상기 웨어러블 디바이스의 제조 방법은 (a) 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 제조하는 단계,
- [0100] (b) 압력센서를 제조하는 단계,
- [0101] (c) 온도센서를 제조하는 단계, 및
- [0102] (d) 제조된 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하는 단계를 포함한다.
- [0103] 구체적으로, (a) 단계에서 압력센서 및 온도센서에 공통적으로 포함되는 제1 탄성 탄소폼 및 제2 탄성 탄소폼을 제조한 후 이를 (b) 압력센서를 제조하는 단계, 및 (c) 온도센서를 제조하는 단계에서 사용하여 각각 압력센서 및 온도센서를 제조한 후, 제조된 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하여 웨어러블 디바이스를 제조한다.
- [0104] 상기 웨어러블 디바이스의 제조 방법은 앞서 설명한 웨어러블 디바이스를 제조하는 방법에 대한 설명이다. 웨어러블 디바이스의 제조 방법을 표현하는 용어에 있어서, 앞서 웨어러블 디바이스를 이루는 구성 성분에 대한 정의와 동일하게 사용된 용어는 특별한 언급이 없는 한 동일하게 정의된다. 예를 들어, 웨어러블 디바이스의 제조 방법을 표현하는 데에 사용된 제1 탄성 탄소폼, 제2 탄성 탄소폼, 압력센서, 온도센서, 제1 기판, 다중선형 전극, 유전체 층, 제2 기판, 제3 기판, 제1 전도성 접착층, 제2 전도성 접착층 등의 용어는 앞서 정의한 것과 동

일하게 정의된다.

[0105] 본 발명에서는 또한, 상기 제조방법으로 제조한, 웨어러블 디바이스를 제공한다.

발명의 효과

[0107] 본 발명의 웨어러블 디바이스에 포함된 압력센서 및 온도센서는 공통적으로 P3HT가 적용된 탄소화된 멜라민 폼을 포함하여, 피부에 부착 가능하면서, 센서민감도가 뛰어나고, 응답속도가 우수하여, 사이클 반복에 따른 센서의 성능이 안정적이고, 전력 소모 또한 우수하다.

[0108] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0110] 도 1은 본 발명에 따른 탄성 탄소폼 제작 및 P3HT 코팅 과정을 나타낸 것이다.

도 2는 도 1에서 합성된 탄성 탄소폼 구조체를 이용하여 압력 및 온도 센서를 제작하는 과정을 나타낸 것이다.

도 3은 탄소화 온도별 합성된 탄성 탄소폼 및 P3HT가 코팅된 700 °C 조건의 탄성 탄소폼을 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명에 따라 제작된 다기능 센서의 압력 센서 성능을 나타낸 것이다.

도 5는 본 발명에 따라 제작된 압력 센서의 생체 신호 감지를 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명에 따라 제작된 다기능 센서의 온도 센서 성능을 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명에 따라 제작된 다기능 센서의 자가 구도가 가능함을 확인한 것이다.

도 8은 본 발명에 따라 제작된 압력 센서와 온도 센서를 하나의 밴드에 집적하여 손목에 부착한 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0111] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0112] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.

[0113] **재료**

[0114] 탄성 탄소폼 구조체를 제작하기 위하여 상용 멜라민 폼을 BASF (독일)에서 구하였으며, P3HT (폴리(3-헥실티오펜-2,5-디일)) (≥ 95%)을 Sigma Aldrich (미국)에서 구하였다.

[0115] 압력 센서 및 온도 센서를 제작하기 위해 크롬/금(10/100 nm), PDMS (폴리디메틸실록산) 베이스 (Sylgard 184 A), PDMS 경화제 (Sylgard 184 B), 실비온 (SILBIONE RT GEL 4717, BLUESTAR SILICONEES) 등을 구하였다.

[0116] **실시예**

[0117] 실시예 1. 생체신호 시각화 웨어러블 디바이스의 제조 방법

[0118] (1) 탄성 탄소폼 구조체의 제작

[0119] 탄성 탄소폼을 제작하기 위하여 상용 멜라민 폼에 화학 기상 증착법 (CVD: Chemical Vapor Deposition)을 이용

하여 고온에서 탄소화시키고 P3HT가 분산된 용액에 딥 코팅 방법을 이용하여 P3HT를 코팅하였다. 구체적으로 세척된 상용 멜라민 폼을 유리 쿼츠에 넣은 뒤 아르곤 가스를 500 sccm 흘려주며 700 °C까지 10 °C/분의 속도로 가열하였고, 700 °C에 도달하면 2 시간동안 온도를 유지하여 탄소화시켰다. 부피 20 mL의 클로로포름에 40 mg의 P3HT를 넣은 후 20분 동안 음파처리하여 잘 분산시킨 용액을 준비하였다. 준비한 용액에 제작한 탄소폼을 넣어 15 분동안 침지하여 P3HT가 코팅된 탄성 탄소폼 구조체를 완성하였다.

[0120] (2) 압력 센서 및 온도 센서의 제작

[0121] 압력과 온도 각각에 대한 높은 민감도를 얻기 위해 제작한 센서를 각각 다른 구조로 제작하여 특성을 확인하였다.

[0122] 압력 센서는 다중선형 전극(IDE, interdigitated electrode)을 이용해 압력에 의한 구조체의 변형에 의한 효과를 높였다. 구체적으로, 포토리소그래피 공정을 통해 크롬/금을 각각 10/100 nm 증착된 다중선형 패턴 전극을 얇은 PET 기판 위에 제조하였다. PDMS (폴리디메틸실록산) 베이스, 경화제를 각각 무게비 10 : 1로 섞은 뒤, 65 °C의 오븐에 약 1 시간 동안 넣어 응고시켰다. 이후, 가로 1 cm, 세로 1 cm 크기로 잘라 PDMS 고정대를 준비하여 다중선형 패턴 전극 상에 양면 테이프로 부착한 후 PDMS 고정대 크기에 맞도록 제작한 P3HT가 코팅된 탄성 탄소폼을 끼워넣었다.

[0123] 온도 센서는 제백 효과에 의한 열전 특성을 이용하기 위해 샌드위치 구조로 제작하였다. 구체적으로, ITO/PET 기판을 가로 1 cm, 세로 2 cm 크기의 직사각형 형태로 자른 후 제작한 샘플의 윗면과 아랫면에 각각 맞댄 뒤 은 페이스트를 통해 고정하여 10 분간 대기하였다. 압력이 가해지면, 구조체 위, 아래의 전류량이 변화하게 되어 압력 변화를 확인할 수 있다 (도 2). 또한, 구조체 위, 아래의 온도 구배가 발생하면 제백효과 (Seebeck effect)에 의한 기전력 발생으로 전압이 발생하며, 이를 측정하여 온도변화를 확인할 수 있었다. 그 후, 상기 제조한 압력센서 및 온도센서를 전기적으로 연결하여 압력 및 온도가 모두 측정 가능한 웨어러블 디바이스를 제작하였다.

[0125] 실시예 2. 탄성 탄소폼의 물리적 구조 확인

[0126] 탄소화 온도별 합성된 탄성 탄소폼 및 P3HT가 코팅된 700 °C 조건의 탄성 탄소폼 현미경으로 관찰한 사진을 도 3에 나타내었다. 탄소화 온도 조건을 700, 800, 900 °C에서 각각 제작하였으며, 고온에서 제작된 탄소폼일수록 얇은 구조체가 만들어 지는 것을 확인할 수 있었다. 탄소화된 멜라민 폼 특유의 다공성 구조가 관찰되었으며, P3HT가 적용된 것을 확인할 수 있었다. 온도별로 제작한 탄소폼에 P3HT를 코팅한 구조체에 대해 압력 및 온도에 대한 특성을 확인한 결과 700 °C 조건에서 제작한 탄소 폼에서 압력 및 온도 모두 높은 민감도를 보이는 것을 확인하였다.

[0128] 실시예 3. 압력 센서의 성능 분석

[0129] 실시예 1에서 제조한 센서의 압력 센서 성능을 도 4에 나타내었다. 제작한 압력센서는 다중선형 전극(IDE, interdigitated electrode)을 이용해 압력에 의해 큰 구조체의 변형이 일어난다. 샌드위치 구조로 제작한 압력 센서와 다중선형 전극을 이용해 제작한 압력센서의 민감도를 측정한 결과 다중선형 전극을 이용한 경우 민감도가 약 2000배 이상 높게 나타났다. 또한, 압력 및 시간에 따른 전류 변화를 확인할 수 있다는 것을 확인하였으며, 약 10,000 사이클에서도 압력 센서 성능이 유지되어 내구성이 뛰어나다는 것을 확인하였다. 또한, 빠른 응답 속도를 나타내면서 맥박의 아주 약한 압력 변화도 감지 가능한 고성능, 안정적 압력 특성을 가짐을 확인할 수 있었다.

[0130] 실시예 1에서 제조한 압력 센서의 생체 신호 감지 여부를 도 5에 나타내었다. 제작한 압력 센서를 목에 부착하여 반복된 침 삼킴에 의한 전류 변화를 확인하였다. 10 초 간격으로 침 삼킴을 할 때 전류 변화가 반복적이고 일정한 패턴으로 변화함을 확인하였다. 또한, "Femto", "Fabrication"의 다른 길이와 악센트를 가지는 단어를 반복하여 발음할 때에 각기 다른 길이와 형태의 전류 변화가 나타남을 확인할 수 있었다.

[0132] 실시예 4. 온도 센서의 성능 분석

[0133] 상기 실시예 1에서 제조한 온도 센서 성능을 도 6에 나타내었다. P3HT가 코팅된 탄소폼 구조체가 P3HT가 코팅되

지 않은 탄소폼 구조체에 비해 온도 변화에 따른 발생 전압 변화를 더 잘 측정할 수 있었고, 응답 속도도 약 1.6 초로 우수하며, 손가락 터치에 따른 체온에 의한 발생 전압 변화도 잘 측정할 수 있음을 확인하였다. 또한, 항온 수조를 이용하여 센서의 한쪽 면과 5 K, 10 K 온도 차이를 반복하여 가해줄 때의 발생 전압을 통해 안정한 구동을 확인하였다. 또한, 각기 다른 신체 부위에 부착하여 측정된 발생 전압을 통해 부착 부위의 온도를 측정할 때 상용 온도계와 유사한 온도로 측정됨을 확인하였다. 또한, 여러 개의 온도 센서를 연결시켜 동일한 온도 차이를 주면, 연결된 온도 센서의 개수에 비례하여 발생 전압이 일정하게 증가함을 확인하였다.

[0135] 실시예 5. 웨어러블 디바이스의 성능 분석

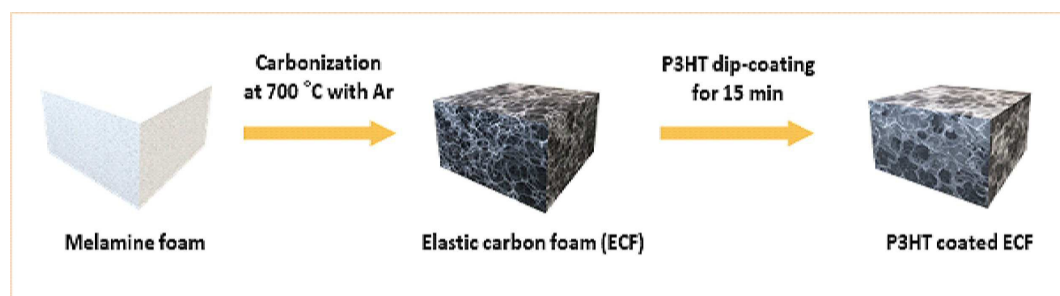
[0136] 상기 실시예 1에서 제조한 웨어러블 디바이스의 착용에 따른 자가 구동이 가능함을 도 7에 나타내었다. 센서의 한쪽 면과 손가락의 온도 차이인 8 °C의 온도 구배가 생겨 손가락 터치 때마다 발생 전압이 나타났다. 이렇게 발생한 전압을 통해 압력 센서가 구동하여 손가락 접촉의 압력에 따라 전류 변화가 있고, 온도 및 압력의 간접 현상이 없다는 것을 온도 변화에 따른 그래프를 통해 확인하였다.

[0137] 상기 실시예 1에서 제조한 압력 센서와 온도 센서를 하나의 밴드에 집적한 웨어러블 디바이스의 손목 착용 도면을 도 8에 나타내었다. 압력 센서에 의해 실시간으로 맥박을 감지함과 동시에 온도 센서에 의해 체온을 실시간으로 측정하였다. 이 때 측정된 체온은 상용 온도계로 측정한 손목의 피부 온도와 같게 측정되었다. 맥박의 작은 압력 변화도 일정하게 측정됨을 확인하였다.

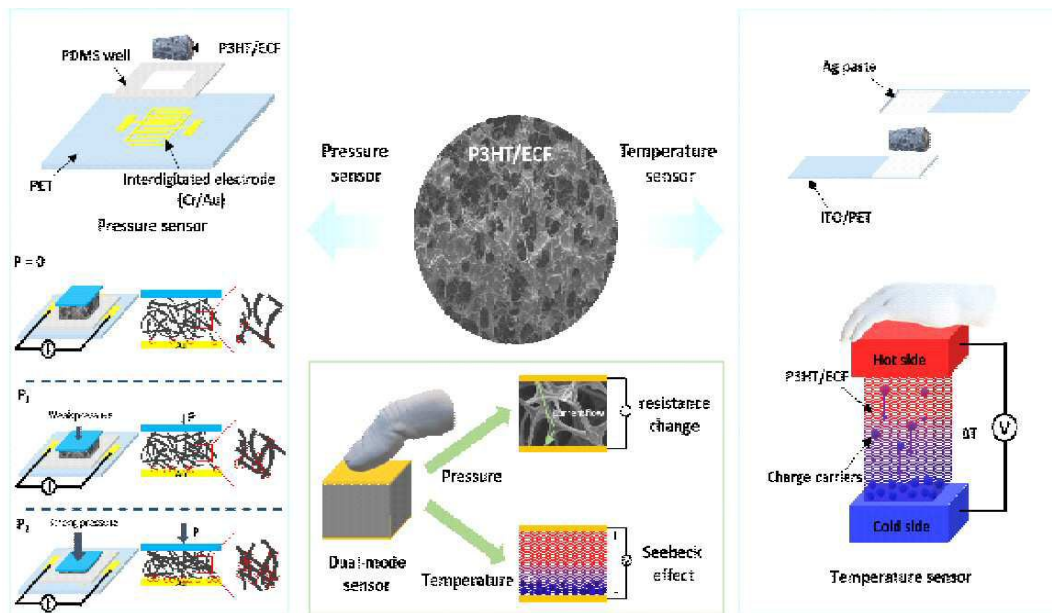
[0139] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위 내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구 범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

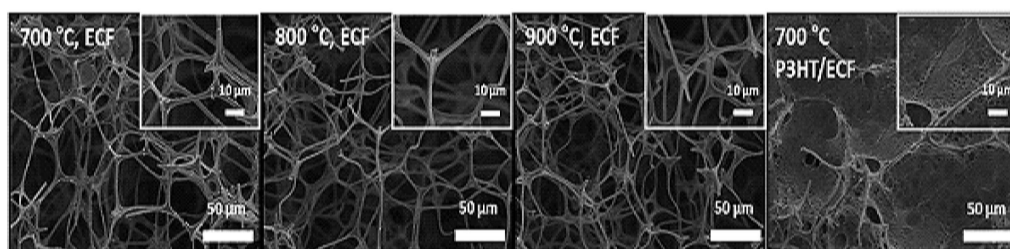
도면1



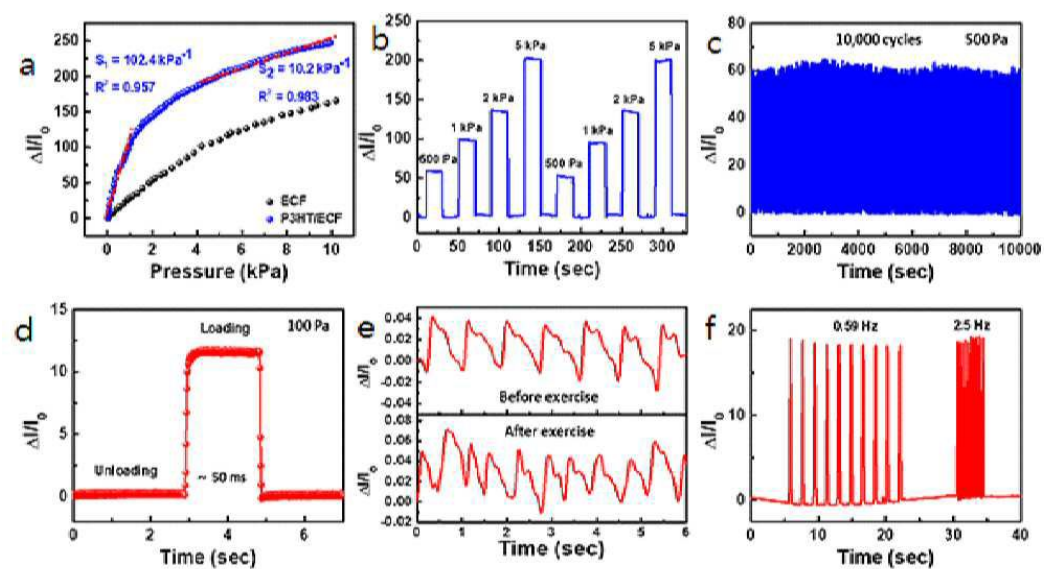
도면2



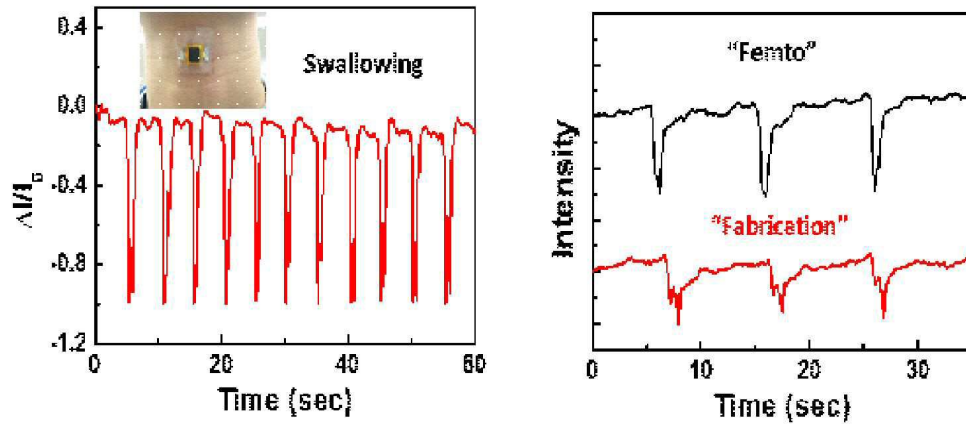
도면3



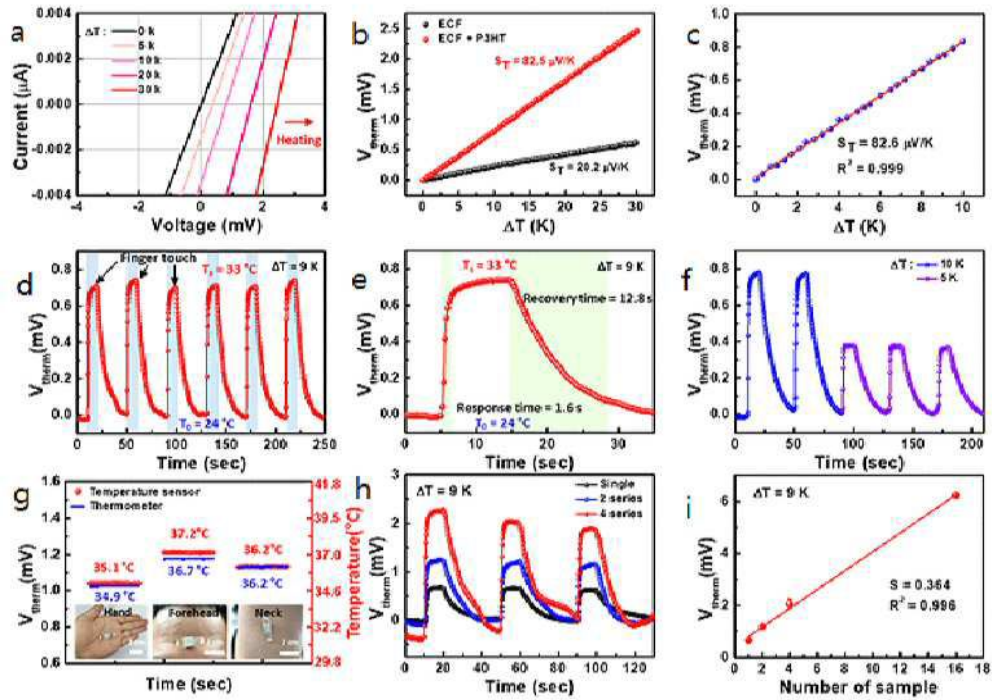
도면4



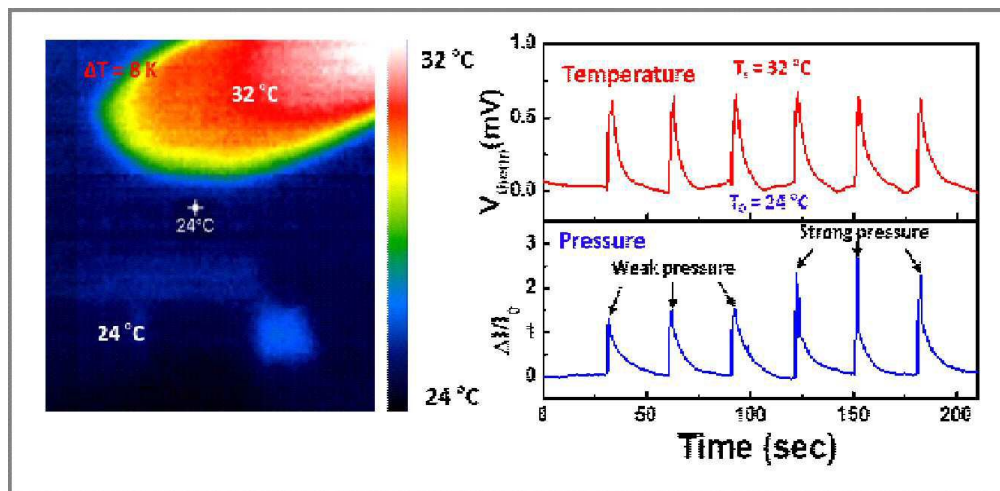
도면5



도면6



도면7



도면8

